Motion-Primitives에 의한 한국수화 생성시스템의 개발

김태수[†] · 전중창[††] · 최경애[†††] · 坂戸博之[††††] · 呂山[†††††] · 猪木誠二[†††††]

요 약

복지형 정보단말 장치로 청각장애인과 건청인사이의 커뮤니케이션을 지원하기 위한 수화 생성시스템이 개발되었다. 이 시스템에서는 신체의 각 부위의 움직임을 주목한 Motion-Primitives에 기초로 하여 컴퓨터그래픽(CG) 애니메이션으로 수화 단어 동작을 생성하고 있다. 기존의 수화 생성시스템은 수화 단어를 생성할 때 손 모양이나 손과 어깨의 움직임을 제어하기가 어려워 수화 단어를 생성하는데 많은 시간이 소요되었다. 또한 수화 통역을 위해서는 수화단어가 5000단어 이상이 필요하기 때문에 수화단어 데이터베이스를 구축하는 것도 큰 문제로 대두되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 종래의 시스템보다 수화단어 구축에 있어서 다양한 움직임의 경로를 유연하게 만들 수 있는 Motion-Primitives에 의한 새로운 시스템을 제안한다. 이 제안한 시스템을 적용하여 실제로 청각장애인을 대상으로 수화단어 100단어에 대하여 평가실험을 행한 결과 종래의 시스템으로 평균 76%의 인식 율을 얻을 수 있었던 것에 비하여 새롭게 제안한 시스템은 82%의 양호한 인식 율을 얻을 수 있었다.

Development of Korean-Sign Language Generating System based on Motion-Primitives

Tae-Soo Kim[†], Joong-Chang Chun[††], Kyoung-Ai Choi[†††],
Hiroyuki Sakato[††††], Shan Lu[†††††] and Seiji Igi[†††††]

ABSTRACT

We have developed the sign-language synthesis system, which can be applied for intelligent terminal equipments, for the purpose of communications between normal people and the hearing-impaired. In the system, we generate the behavior of the sign-language words using CG animation based on Motion-Primitives of the motion observed of each region of the body. In the generation of words, the conventional system was difficult to control the shape of hands and the motions of hands and shoulder, requiring lots of time for the processing. Also it is a big problem to make a large database of sign-language, because it requires over 5,000 words to translate the sign-language.

Therefore, in this paper, we propose the new system that is easy to construct the database by using Motion-Primitives, which can make paths of various motions more smooth than conventional systems. We have tested 100 words of the sign-language against the hearing-impaired with the proposed system. As the result of testing by the proposed system, we have earned a good recognition rate with 82%. On the other hand, we had earned the recognition ratio with 76% by using the former system.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2001-1-51300-003-2)지원으로 수행되었음.
[†] 정회원, 위덕대학교 정보통신공학과
[††] 준회원, 위덕대학교 정보통신공학과
[†††] 포항1대학 전산정보처리과
[††††] 東京大學大學院工學系研究科
[†††††] 通信總合研究所けいはんな情報通信融合研究センター

1. 서 론

정보통신의 발달과 함께 현대 사회는 정보의 취득과 이용이 급속히 증가되고 있다. 사람들 사이의 대중적인 인터페이스인 전화는 건청인들 만 사용할 수 있는 수단이었고 청각 장애를 가진 사람들은 건청인과 같은 서비스를 받을 수 없었다. 이에 대하여 FAX의 보급은 청각장애인들이 정보를 전달하기 위해서 이용할 수 있는 수단이 되었고, 문자방송의 실시와 더불어 텔레비전 방송에서도 수화통역자가 통역을 하는 모습을 볼 수 있는 프로그램이 증가되고 있어 청각장애인도 정보를 접할 수 있는 기회가 늘어가고 있는 추세이다. 그러나, 서비스의 질적인 문제에 있어서, 건청인이 받을 수 있는 서비스와 비교해 볼 때 상당히 제한되어 있는 실정이다.[1-9]

청각장애인에 대한 서비스는 그들이 일상적으로 사용하는 커뮤니케이션 수단인 수화로서 제공하는 것이 효과적이기 때문에 요즈음은 수화통역이 필요한 장소에 수화 통역자를 배치하기도 하고 또한 수화를 직접배워 서비스를 제공하고자 하는 사람들도 증가되고 있는 등 청각장애인에게도 건청인과 같은 서비스를 제공하기 위한 노력이 다각도로 시도되고 있다.

이와 같이 수화에 대한 관심이 집중되고 있다고 하여도 수화가 일반사회에 널리 보급되어 있지 않은 점을 고려하여 보면 아직은 청각장애인에 대하여 만족할 만한 서비스를 제공할 수 있는 상황이 아니다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 대책으로 수화번역에 대한 기계화, 즉 수화의 인식과 생성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1-11]

본 논문은 청각장애인과 건청인사이의 커뮤니케이션을 위해서 한국어로부터 컴퓨터그래픽(CG) 애니메이션으로 수화동작을 생성하는 시스템을 구축 개발하고 있다. 지금까지 개발된 수화동작 생성 시스템은 Motion-Primitives에 의하여 28개의 데이터 테이블을 작성하여 수화 단어를 구동하는 방식을 사용하여왔다.[3,12] 그러나 이 방법은 수화단어를 구축하는데 있어서 숙련된 사람이 아니면 수화 단어의 구축이 용이하지 않고, 숙련된 사람이라고 해도 복잡한 단어일 경우 많은 시간과 노력을 필요로 하였다. 궁극적으로 수화 단어는 5,000단어 이상이 필수적이므로 수화단어 데이터베이스를 구축하는 것이 문제시되었다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 수화 단어 구축의 어려움을 극복하기 위하여 손 모양을 만드는 도구, 손의 움직이는 궤적, 단어를 기술하기 위한 도구, 복합단어를 만드는 도구를 개발한 새로운 시스템을 제안한다. 이 제안된 시스템에 의해서 수화단어를 기술할 경우 숙련되지 않은 사람이라도 쉽게 단어 구축이 용이하게 되었다. 또한, Motion-Primitives에 기초하여 수화단어를 기술하고 구축한 시스템의 수화생성 애니메이션에 대해서 수화단어의 인식률, 동작의 유연성, 전체적인 인상 등을 청각장애인을 대상으로 직접 실험을 실시하였고, 그에 대한 양호한 평가결과를 얻었다.

제2장에서 수화 컴퓨터애니메이션 생성시스템의 구성을 기술하고, 제3장에서는 Motion-Primitives에 기초한 수화단어 기술방식을 설명한다. 그리고 4장에서 애니메이션 생성 방법, 제5장에서는 평가실험을 통하여 본 논문에서 제안한 시스템의 유효성을 보인다. 제6장의 결론에서는 향후의 과제를 제시한다.

2. 수화 CG애니메이션 생성시스템 구성

수화단어를 입력하여 3D모델이 움직이는 수화 CG애니메이션 생성시스템의 구성도를 그림 1에 나타낸다.

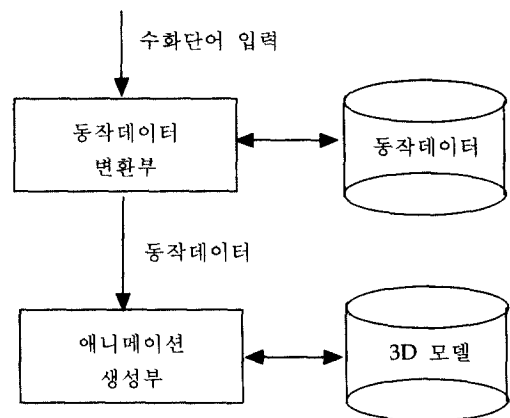



그림 1. 수화 CG애니메이션 생성시스템 구성도

동작데이터 변환부에서 입력된 수화단어에 대응하는 동작데이터를 검색하여 애니메이션 생성부로 이 데이터를 보낸다. 또한, 애니메이션 생성부에서 3D모델 데이터를 읽어들여 동작데이터를 해석하여 애니메이션을 생성한다. 동작데이터는 수화단어 기

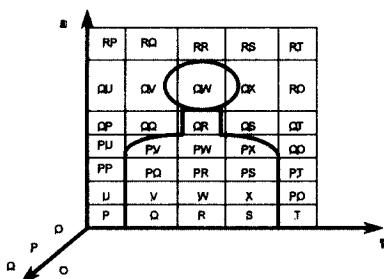
술방식에 따라 기술된다.

표 1. Motion-Primitives

번호	종 류	번호	종 류
1	직선	13	복수(소) 반원
2	왕복	14	복수(중) 반원
3	복수 왕복	15	복수(대) 반원
4	파도 모양	16	작은 원
5	"ㄷ"모양	17	중간 크기 원
6	"ㄱ"모양	18	큰 원
7	1/4 작은 원	19	복수(소) 원
8	1/4 중간 원	20	복수(중) 원
9	1/4 큰 원	21	복수(대) 원
10	작은 반원		
11	중간 반원		
12	큰 반원		

3. 수화단어 기술방식

본 논문에서 제안하는 수화단어기술 방식은 수화단어 동작에 있어서 손과 손가락 동작에 대하여 그 위치(손 개시위치, 팔꿈치 개시위치, 손 종료위치, 팔꿈치 종료위치), 그리고 운동(운동의 궤적, 운동의 방향, 손목 운동, 손가락 운동), 손 모양(손의 형태, 종료 손의 형태, 손등 방향, 손의 방향), 관계(양손의 관계)를 파라미터로 기술한 것이다. 본 방식의 특징은 운동의 궤적으로 손목위치의 움직임을 Motion-Primitives란 단위로 분류하고 있는 것이다. 즉, Motion-Primitives란 손 개시위치와 운동방향에 관계없이 운동의 궤적을 분류한 항목을 뜻한다. 이것에 의하여 수많은 팔의 움직임을 획일적으로 취급할 수 있다. 다음 표 2는 21개 Motion-Primitives를 나타내며, 이것에 의하여 복잡하지 않은 단순한 수화단어를 기술할 수 있다.

표 2. 손의 위치 코드표

3.1 손 모양 데이터의 작성과 등록

수화 단어 데이터를 작성하기 위해서는 사전에 손 모양 데이터를 작성해 두어야한다. 즉, 기본 손 모양과 예외 손 모양에 대해서 각 관절의 회전각도를 파라미터로 하는 데이터 파일을 미리 만들어 놓아야된다. 이 만들어 놓은 파일을 검색함으로써 각 관절의 회전 각도를 얻고, 손의 형태를 결정한다. 손의 형태를 결정함에 있어서는 우선 손의 형태를 표현하기 위하여 그림 2에 손의 골격 모델을 나타냈다. 그림 2에서 보이는 작은 원은 손가락의 각 관절을 나타낸다. 손마디의 각도와 손가락사이의 각도는 +/- 각도로써 나타낸다.

坂戸 등[3]은 데이터 테이블에 손가락의 각도 및 배율을 숫자로 표현하여 시스템을 기동시켜서 손 모양을 확인하고 수정하는 불편함을 거쳐야했으나 제안한 새로운 시스템에서는 그림 2에서 보이는 바와 같이 손 모양 등록 기능 도구를 기동시켜서 각 손가락 관절의 회전 각도를 수치로 입력하거나 슬라이스 바를 움직여서 희망하는 손 모양이 되도록 손쉽게 조정할 수 있도록 하였다. 손 모델이 표시된 영역에서 마우스를 끌면 마우스 모드에 따라서 회전및 이동을 할 수 있으며, 주움(Zoom) 기능을 부가시켰다. 모델은 남성과 여성 두 모델을 준비하였으므로 손 모양도 남성과 여성모델에 맞추어 두 종류의 모델을 두었다. 여러 가지 손 모양을 설정하여 데이터를 만들어 두며, 필요한 경우에 수시로 손 모양을 만들어 등록할 수 있다. 그림 3에서는 "아"라고 등록된 손 모양을 표시하고 있다. 엄지의 제1관절의 x축이 -17도를 나타내며 검지, 중지, 약지, 계지에 대하여 x, y, z 축에 대한 각각의 각도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

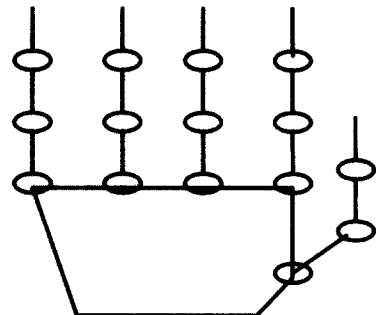



그림 2. 손의 골격 모델

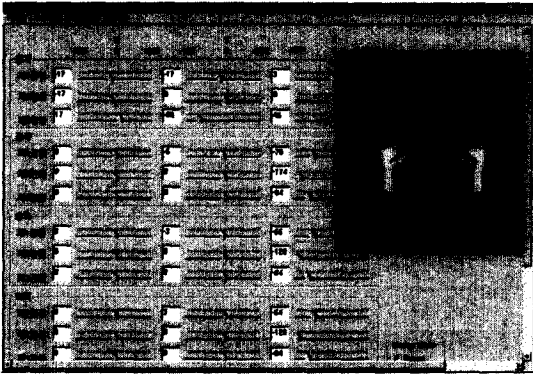



그림 3. 손 모양 작성 도구

3.2 Motion-Primitives 데이터 작성과 등록

수화 단어 데이터를 작성하는데 Motion-Primitives 데이터를 필요로 한다. 따라서 Motion-Primitives 데이터를 미리 작성해 두어야 한다. 지금까지 사용한Motion-Primitives 데이터를 표 1에 나타낸다. 표 1에서와 같은 기본 Motion-Primitives에 추가하여, 제안한 시스템에서는 그림 4에서 보이는 것과 같은 B-Spline을 이용한 사용자 정의 Motion-Primitives도구를 추가하였다. B-Spline 곡선상의 제어 점을 마우스로 끌어서 곡선을 조정하거나 좌표를 직접 입력하여 Motion-Primitives 데이터를 작성 등록할 수 있다.

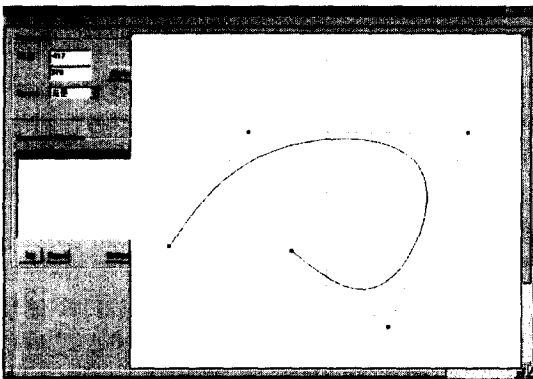



그림 4. B-Spline을 이용한 사용자 정의 Motion-Primitives 도구

3.3 수화 단어 데이터 작성과 등록

앞에서 작성 등록한 손 모양 데이터와 Motion-Primitives 데이터 그리고 데이터 베이스에 초기 등록되어 있는 정보를 이용하여 단어 데이터를 작성한다. 종래 시스템[3]에서는 스프레드시트를 이용하여 작성하였으므로 작성과 수정이 용이하지 못하였으나, 본 시스템에서는 신규로 작성 할 수 있고, 또한 이미 작성되어 있는 단어를 참조하여 편집할 수 있다. 이 개선된 단어 데이터 작성 도구를 그림 5에 나타낸다. 그림 5에 나타낸 바와 같이 이미 등록된 모든 단어를 표시하여 등록된 단어는 '0'표를 하고 등록되지 않은 단어는 'x'로 표시하여 등록된 단어와 등록되지 않는 단어를 쉽게 구별할 수 있도록 하였다. 또한, 재생 기능이 있으므로 단어 하나 하나를 작성하여 곧 바로 확인 할 수 있으므로 수화 생성 시스템 전체를 기동시키지 않아도 된다. 따라서 단어 데이터 베이스를 구축하는 데 시간과 노력을 대폭 줄일 수 있다.

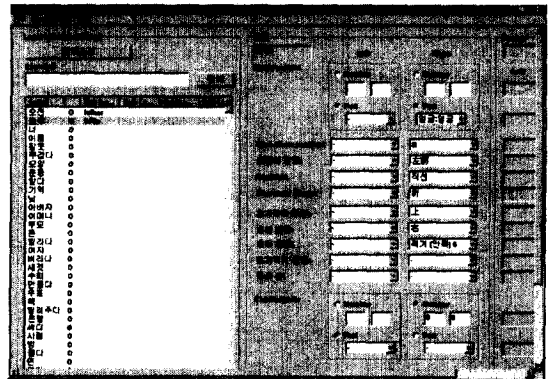



그림 5. 수화 단어 작성 도구

3.4 손과 팔꿈치의 위치 및 운동

손의 개시위치 및 종료위치는 표 2에 나타낸 코드표를 이용한다. 수화단어를 작성할 때 신체의 팔꿈치의 개시, 종료 위치는 기존 시스템에서는 3가지 위치(A, B, C)를 기준으로 기술하였으나, 제안한 시스템에서는 A, B, C, D, E, F로 위치를 세분화시킴으로써 보다 몸에서 먼 거리에서 가까운 거리에 이르기까지 명확한 동작을 나타내게 하였다.[3]

운동의 기술에 있어서 손이 어떠한 모양으로 움직이는 가를 표 1에 나타낸다. 즉, 표 1에 나타낸 Motion-Primitives 만으로도 거의 모든 움직임을 기술할 수 있으나, 표 1에 나타낸 부분만으로는 표현하기 어려운 수화 단어인 경우에 새로운 사용자 정의 Motion-Primitives를 추가시킴으로서 유연성을 가지게 하였

다. 그리고 운동의 궤적이 어느 방향으로 그려지는 가를 상, 하, 좌, 우, 전, 후의 조합으로 기술한다. 손가락 운동은 변형(translation)과 반복(repeat) 등과 같이 각 손가락이 어떻게 운동하는 가를 기술하며, 손의 개시 점에 있어서 손 모양이 손 의 종료 할 때의 손 모양으로 바뀌어 가는 과정을 나타낸다.

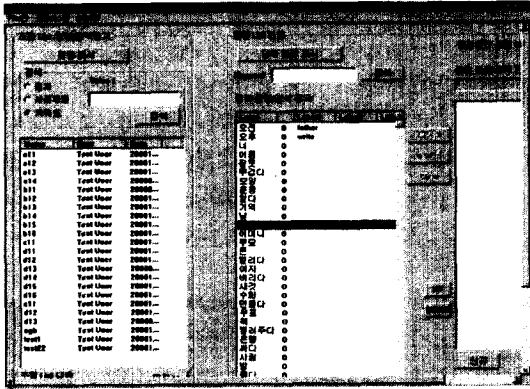



그림 6. 수화 단어 조합 도구

3.5 손 모양 및 관계

손 모양은 지문자로 영어 알파벳(26), 숫자(10), 한글(24), 특수문자(11)를 기본 손 모양으로 기술한다. 기본 손 모양으로 기술할 수 없는 경우는 예외 손 모양으로 정의하여 기술한다. 양손의 관계는 오른손과 왼손의 움직임이 대칭인 경우는 오른손의 움직임을 정의하여 대칭관계를 정의하여 기술함으로서 왼손의 움직임을 따로 기술할 필요는 없다.

4. 수화 CG애니메이션 생성방법

앞에서 나타낸 수화단어 기술방식을 이용하여 동작데이터로부터 수화 CG애니메이션을 생성하는 과정을 그림 7에 나타낸다. 그림에서와 같이 손목 위치를 결정하고 팔꿈치 위치를 결정하며 어깨 자세를 결정하는 한편 손의 모양과 손의 자세를 결정하여 최종적으로 손목 위치에서 결합시킴으로써 수화 CG애니메이션을 생성할 수 있다.

다음은 그림 7에 나타낸 각 블록에 나타낸 손목, 팔꿈치, 손의 모양 및 자세 등을 결정하는 구체적인 방법을 설명한다.

손목의 위치를 결정하기 위한 방법을 설명하기 위

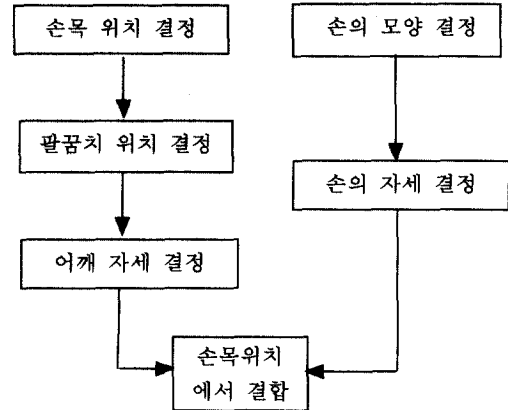



그림 7. 수화 CG애니메이션 생성과정

해서 팔의 골격모델을 그림 8에 나타낸다. 여기서 S는 어깨의 위치이고, H는 손목의 위치, E는 팔꿈치의 위치를 각각 나타낸다. 우선, 손목의 위치를 결정하기 위해서 손 개시위치, 운동의 궤적, 운동의 방향, 손 종료위치로부터 그림 8에 나타낸 수화동작의 손목위치 H를 구한다. 어깨의 자세의 결정은 3차원 공간내의 같은 위치에 손끝을 고정시킨 채 어느 정도의 범위에서 팔꿈치의 위치를 변화시킬 수 있다. 이와 같이 어깨와 손은 위치의 정보만으로는 3차원 공간상의 상태를 명확히 나타낼 수 없다. 따라서 어깨와 손이 어느 방향으로 향해 있는 가의 정보가 있어야 된다. 이것을 자세라고 하며 어깨의 자세에 대해서는 손목운동이 회전을 동반하는 반 회전, 1/4회전의 경우 그림 8에 나타낸 β에 각도를 부여함으로써 자세를 정한다. 손의 형태의 결정은 엄지, 검지, 중지, 약지, 계지의 각 관절에 대해서 적절한 축에 회전을 주어 실현시킬 수 있다.

팔꿈치의 위치를 결정에 있어서 잠정적인 위치 D를 벡터 SH와 벡터 (0,1,0)를 연결하는 평면상에서 결정한다.

그림 9는 평면 SDH를 x축 양의 방향으로 본 것이다. 그림 9에 있어서 팔꿈치로부터 손목까지의 거리를 L_{21}, 어깨 관절각을 θ_{22}, 어깨부터 팔꿈치까지의 거리를 L_{22}, 팔꿈치의 관절각을 θ_{21}, 어깨부터 손목의 방향을 θ_{23}, 로 잡는다. 여기서, L_{21}, L_{22} 는 알고 있는 값이고,L_{23}, θ_{23}는 손목위치 H로부터 구하기 때문에 다음에 나타내는 식(1)의 방정식을 풀어서 어깨의 관절각 θ_{22}와 팔꿈치 관절각 θ_{21}을 구할 수 있다. 따라서, 이들로부터 팔꿈치위치 D를결정하게 된다.

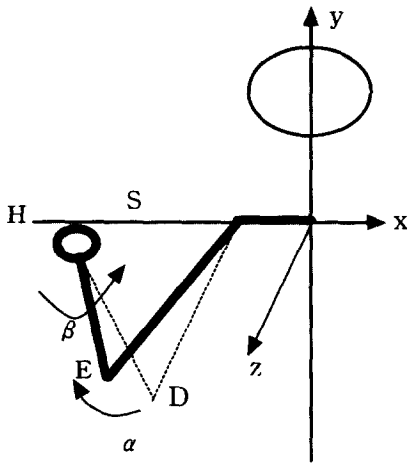



그림 8. 팔의 골격 모델

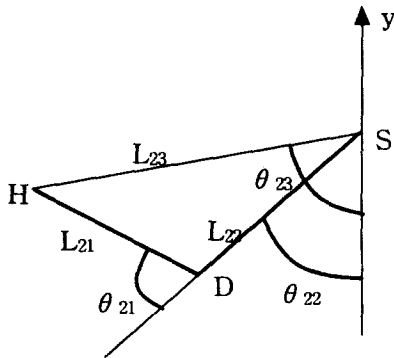



그림 9. 관절각 파라미터

$$
\begin{aligned}
A &= \frac{(L_{23}^2 + L_{22}^2 - L_{21}^2)}{2L_{23}L_{21}} \\
\theta_{22} &= A\tan 2(A, \sqrt{(1-A^2)}) - (\frac{\pi}{2} - \theta_{23}) \\
B &= L_{23}\cos\theta_{23} - L_{22}\cos\theta_{22} \\
C &= L_{23}\sin\theta_{23} - L_{22}\sin\theta_{22} \\
\theta_{21} &= A\tan 2(C, B) - \theta_{22}
\end{aligned} \quad (1)
$$

5. 평가실험 및 결과

5.1. 실험방법

수화 CG애니메이션 생성은 Pentium-Ⅲ700Mhz, 비디오카드-RealiZmII Graphics, 디스플레이 해상도 1280*1024, True Color(24bit), 15 frames/sec, OS-Windows NT4.0, 개발환경-Visual C++6.0을 사용하였고, 그림 10에 나타낸 OpenGL을 이용하여 만든 3차원 모델(인물상)을 이용하였다.

피험자는 일상생활에서 수화를 사용하고 있는 청각장애인을 대상으로 하였으며 제시한 수화단어는 시간, 가족관계 등과 같이 일상생활에서 사용하고 있는 100단어를 준비하여 3번 반복하여 보여준 후, 다음과 같은 평가항목에 따라 평가를 하였다.

1. 수화단어: 표시된 수화 CG애니메이션이 나타내려고 하는 동작의 수화단어를 알아내는데 다음 세가지 단계를 기준으로 기술한다. (1) 제1단계 - 간단히 알 수 있었다. (2) 제2단계 - 조금 시간이 걸려서 알 수 있었다. (3) 제3단계 - 잘 알 수 없어 상상으로 명시하였다. 2. 손동작의 유연성: A. 자연스럽고 알기 쉬움 B. 조금 유연하지 못하나 알기 쉬움 C. 자연스럽지 못하나 알수 있음 D. 자연스럽지 못하며 알 수 없음 E: 전혀 알 수 없음. 3. 손 위치의 적정성(A~E 5단계). 4. 손의 형태의 적정성(A~E 5단계).5. 화면 전체의 인상(손동작의 유연성과 동일 기준)

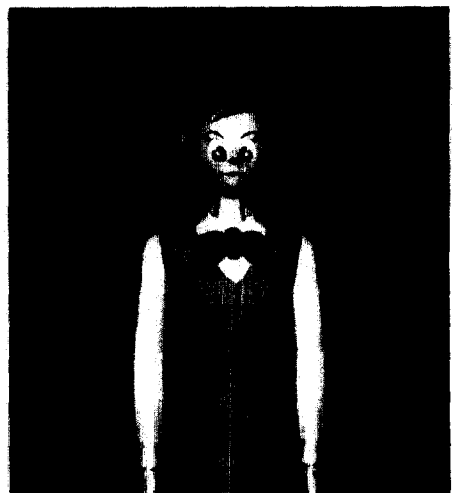



그림 10. OpenGL을 이용하여 만든 3차원 모델

5.2 실험결과

종래의 시스템은 표 1과 같이 21개의 고정된 운동궤적과 표 2와 같이 고정된 위치에서 만 수화단어를 생성하였다. 이에 반해 제안된 시스템은 표 2에서 표현할 수 없는 얼굴 부위와 가슴 부위의 영역을 세부적으로 나누었고, 그림 4와 같이 운동궤적을 표 1에

나타낸 것 이외에 100단어를 표현하는데 7 종류의 궤적을 더 추가시켰다.평가실험에서 피험자가 평가 시트에 답한 수화단어명과 제시한 수화단어명과 일치한 경우를 정답으로 하였고, 이에 따른 정답율을 표 3에 나타낸다.

표 3. 정답율(종래: 종래시스템, 제안: 제안시스템)

피험자	시스템	제1단계의 정답율	제2단계까지의 정답율	제3단계까지의 정답율
A	종래	50.8 %	60.3 %	76.1 %
	제안	62.9 %	75.4 %	83.3 %
B	종래	48.5 %	62.7 %	75.8 %
	제안	58.7 %	78.1 %	81.4 %
C	종래	50.2 %	58.4 %	75.9 %
	제안	56.6 %	71.5 %	80.7 %

표 3에 나타난 바와 같이 제1단계의 정답율(인식율)은 종래 시스템[3],[12]의 경우 3인 평균값이 약 50%인 것에 비하여 새로 제안한 시스템은 59%의 정답율을 얻었다. 제2단계까지의 정답율은 종래의 시스템의 경우에 약 60%에 비하여 제안한 시스템은 75%의 정답율을 보였다. 그리고, 제3단계까지의 정답율은 종래의 시스템의 경우 76%를 보였고, 제안한 시스템의 경우 약 82%의 정답율을 보였다.또한, 유연성 및 적정성 평가항목 2~5까지에 대해서는 A:2점, B:1점, C:0점, D:-1점, E:-2점으로 하여 피험자 3명에 대한 전 단어의 평균을 취하였다. 그 결과를 표 4에 나타낸다.

표 4. 유연성 및 적정성 평가(단위: 점)

시스템	손동작의 유연성	손의 형태의 적정성	손 위치의 적정성	화면전체의 인상
종래	0.61	0.72	0.68	0.65
제안	0.72	0.85	0.76	0.79

손동작의 유연성과 손의 형태는 종래의 시스템에 비하여 제안한 시스템의 경우가 양호한 이유는 3차원 인물상 모델의 손 모양을 섬세하게 나타낸 점과, 손과 팔의 움직이는 궤적 및 위치를 세분화하여 나타내었기 때문으로 생각된다. 또한 하반신의 길이를 길게 하였기 때문에 피험자가 수화 단어를 용이하게 파악할 수 있는데 도움이 되었다. 따라서, 제안한 시스템을 이용한 경우에 손동작의 유연성은 0.09점이 개선되었고, 손의 형태의 적정성은 0.13점, 손 위치의 적정성은 0.08점, 화면전체의 인상은 0.14점이 각각 개선되었다.

6. 결 론

본 논문에서는 신체의 각 부위의 움직임에 주목하여 Motion-Primitives에 기초한 수화단어 기술방식을 이용하여 수화단어 동작을 CG애니메이션으로 생성하였다. 기존의 수화 생성시스템으로 수화 단어를 생성할 때 손 모양이나 손과 어깨의 움직임을 제어하는 기능이 어려워 숙련되지 않으면 수화 단어를 생성하는데 많은 시간이 소요되며, 궁극적으로 수화단어는 5,000 단어 이상이 필수적이므로 수화단어 데이터베이스를 구축하는 것이 난제이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 보다 수화단어 구축이 용이한 새로운 시스템을 제안하였다. 이 제안한 시스템을 적용하여 실제로 청각장애인을 대상으로 수화단어 100단어에 대하여 평가실험을 행한 결과 종래의 시스템으로 3단계까지 평균 76%의 인식율을 얻을 수 있었던 것에 비하여 제안한 시스템은 평균 약 82%의 양호한 인식율을 얻을 수 있었다.구축한 수화단어의 완전한 인식을 얻기 위해서 표정, 제스처, 상체의 움직임, 머리의 움직임 등의 세부적인 기능을 정비해 나가는 것이 금후의 과제이다.

참 고 문 헌

[1] S. Thad, W. Joshua, P. Alex, "Real-time American Sign Language recognition using desk and wearable computer based video", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 20, Issue 12, pp.1371-1375, 1998

[2] 崎山, 大平, 佐川, 大木, "リアルタイム手話アニメーションの合成方法", 電子情報通信學會論文誌 J-79-D-Ⅱ No.2 pp.182-190, 1996年

[3] 坂戶,呂, 猪木, "動作プリミティブに基づいた手話アニメーション生成に關する検討", 電子情

報通信學會總合大會講演論文集, 基礎・境界分冊, p.325, 1997年

[4] S.S Fels and G.E. Hinton, "Glove-talk: A neural network interface between a data-glove and speech synthesizer", IEEE Trans., Neural Networks, Vol. 4, pp.2-8, Jan. 1993

[5] Ji-young Oh, Sang-woon Kim, Shin Tanahashi, Yoshinao Aoki, "Sign Language Chatting System for Non-verbal Communication between Different Languages", Proceeding of ITC-CSCC'98, pp. 693-696 July 1998

[6] Tomoichi Takahashi et al., "A Hand Gesture Recognition Method and Its Application", IEICE D-II, Vol. J73-D-II, No. 12, pp.1985-1992, Dec. 1990

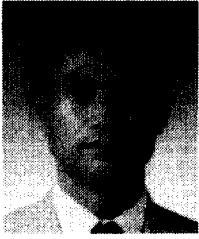
[7] Masahiro Abe, Hiroshi Sakou, Hirohiko Sagawa, "Sign Language Translation Based on Syntactic and Semantic Analysis", 日本電子情報通信學會論文誌, Vol.J76-11, No.9, pp.2023-2030, 1993

[8] S. Tamura, S. kawasaki, "Recognition of Sign Language Motion Images", Patern Recognition, Vol.21, No.4, pp.343-353, 1988

[9] C.R. Jankowski Jr, Hoang-Doan H., R.P. Lippman, "A Comparison of signal processing front ends for automatic word recognition", IEEE Trans. on SAP, Vol.3, No.4 pp.286-293, 1995

[10] Hirochiko Sagawa, "Sign Language Translation System Using Contiunous DP Matching", Tech. Report of IEICE SP., 92-38, 1992

[11] Jong-sung Kim, Gyntae Park, Zeungnam Bien, Wonjang, "A Dynamic Pattern Recognition System for the Korean Sign Language", Proc. of the Asian Control Conference, Tokyo, pp. 713-716, 1994

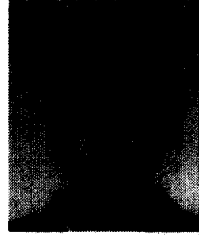
[12] 김태수, 전중창, 坂戶博之, 呂山, 猪木誠二, "Motion-Primitives에 의한 한국수화 애니메이션 생성시스템의 개발과 평가", 2000년 한국멀티미디어학회 춘계학술발표회논문집, pp.437-440, 2000

김 태 수

1987년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991년 일본요코하마국립대 전자정보공학과(공학석사)
1995년 일본요코하마국립대 전자정보공학과(공학박사)
1995년3월~1996년2월 대구공업대학 전기과 전임강사
1996년~현재 위덕대학교 정보통신공학과 조교수
관심분야: 신호처리, 영상정보처리, 휴먼 인터페이스 등임.

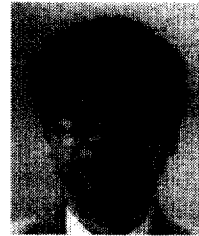
전 중 창

1984년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991년 포항공과대학교 전자전기공학과(공학석사)
1995년 포항공과대학교 전자전기공학과(공학박사)
1995년2월~1997년2월 한국통신 연구개발본부 선임연구원
1997년~현재 위덕대학교 정보통신공학과 조교수
관심분야: RF CAD S/W설계, S/W공학, 무선이동통신 등임.

최 경 애

1981년 영남대학교 수학과졸업(이학사)
1991년 일본 KEIO대학 이공학부 정보공학전공(공학석사)
1991년4월~1995년4월 일본 후지제록스 근무
1999년10월~현재 (주)비에스텍 근무
2000년3월 ~현재 포항1대학 겸임교수
관심분야: 인공지능, 시스템 분석 및 설계, CAI시스템 등임.

坂 戸 博 之

1994年 早稻田大學敎育學部理學科數學專修卒業(理學士)
1994年~1999年 (株)CSK
1996年~1998年 通信總合硏究所特別硏究員
2000年 電氣通信大學大學院情報システム學硏究科(工學修士)
2000年~現在 東京大學大學院工學系硏究科博士課程在學
關心分野: ヒューマンインタフェース, 認知科學等.

呂 山

1984年 中國重慶大學卒業(工學士)
1992年 京都大學大學院博士後期課程單位取得退學
1992年~1996年 (株)日本電氣, 關西C&C硏究所勤務, 工學博士
1996年~現在 通信綜合硏究所, 主任硏究員
2000年 5月~2001年 5月 University of Pennsylvania, 特別硏究員
關心分野: ヒューマンインタフェース, コンピュータビジョン, コンピュータアニメーション等.

猪 木 誠 二

1973년 名古屋工業大學 計測工學科卒業(工學士)
1975년 名古屋工業大學大學院 工學硏究科(工學修士)
1975년~現在 通信綜合硏究所, 太陽電波硏究室長, ユニバーサル端末硏究室長, ユニバーサル端末G.長
關心分野 : 福祉工學, ヒューマンインタフェース等.